

ANÁLISIS DE LOS PRIMEROS DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL ANETO (3.050 m, MACIZO DE LA MALADETA, PIRINEO ARAGONÉS). SU INTERÉS GLACIOLÓGICO.

Luis CANCER POMAR*, Fernando LAMPRE VITALLER** y Javier DEL VALLE MELENDO***

*Área de Geografía Física. Universidad de Jaén

**Patronato de los Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos.

***Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.

RESUMEN

Hemos instalado una estación meteorológica en la más alta montaña pirenaica, a 3.050 m de altitud, en el centro de la zona glaciada más importante del Pirineo en su conjunto –vertientes francesa y española-, perteneciente al macizo de la Maladeta (Benasque, Pirineo aragonés). El que esté situado en pleno dominio glaciar permite estudiar directamente el clima de este medio y su relación con la dinámica glaciar. Se presentan los datos de temperaturas, innivación y velocidad del viento del periodo 10/10/2004 a 14/01/2005 así como los gradientes altitud-temperatura entre el Aneto y varias estaciones ubicadas en los valles marginales.

Palabras clave: estación meteorológica de altitud, Aneto, Pirineos, glaciares, temperaturas, gradientes altitud-temperatura, innivación, viento.

ABSTRACT

We have installed a meteorological observatory in the highest mountain in the Pyrenees (3050 m over sea level), in the central area of the most important glaciated area of all the Pyrenees (including spanish and french slopes), in La Maladeta massif (Benasque, aragonese Pyrenees). Its situation, just in the glacier area, lets study directly the climate of this environment and its relation with the glacier dynamism. We show the data of temperature, snow and wind speed from 10/10/2004 to 01/14/2005 and the relation height – temperature between Aneto and several observatories located in the next valleys.

Key words: height meteorological observatory, Aneto, Pyrenees, glaciers, temperature, relation height – temperature, snowfall, wind.

1. INTRODUCCIÓN: OBJETIVOS E INTERÉS PARA LOS ESTUDIOS GLACIOLÓGICOS

Los estudios glaciológicos realizados en los Pirineos cuentan con diferentes fuentes de información y observaciones in situ que permiten llevar a cabo análisis evolutivos de la superficie ocupada por los glaciares. Se trata de estudios fundamentalmente geomorfológicos (ver, a este respecto, la recopilación bibliográfica realizada por GÓMEZ ORTIZ *et al.*, 2000). Pero, hasta la fecha, ha habido una total falta de datos climáticos directos de las zonas donde se ubican los glaciares, o de los ámbitos más próximos a los mismos. Las estaciones meteorológicas más altas de los Pirineos aragoneses (tramo de la cadena donde se ubican

todos los glaciares blancos que aún persisten) no sobrepasan los 2.200 m de altitud, quedando entre 500 y 800 m por debajo de las cotas inferiores de las masas heladas. Ello obliga a calcular los datos climáticos para zonas de mayor altitud según métodos indirectos y no siempre lo suficientemente fiables.

Por esta razón, nuestro estudio se enmarca en el objetivo de conocer directamente las condiciones climáticas existentes en los glaciares pirenaicos, pues son las que han permitido su génesis y subsistencia y en la actualidad explican su regresión. Para alcanzar dicho objetivo, hemos instalado una estación meteorológica de altitud, ubicada en pleno dominio glaciar, en el borde oriental del glaciar del Aneto, el mayor de todo el Pirineo (incluyendo ambas vertientes: francesa y española), con algo menos de 90 has de superficie (CANCER *et al.*, 2001). La estación se ha instalado en el centro del más extenso dominio glaciar pirenaico, correspondiente al macizo de la Maladeta, en el cual se alcanza la mayor altitud del Pirineo (Aneto, 3.404 m.s.n.m.) y donde son abundantes las cimas que sobrepasan los 3.300 m.s.n.m. La estación se ubica a 3.050 m.s.n.m., de manera que es la más alta del Pirineo, y la segunda más alta de la Península Ibérica, por detrás otra existente al pie del Veleta, en Sierra Nevada.

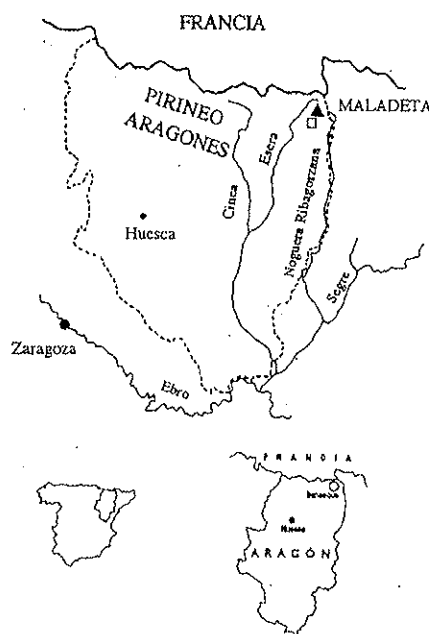


Fig. 1: Mapa de localización de la zona

Esta estación meteorológica representa un instrumento fundamental para conocer los procesos medioambientales de la alta montaña en los Pirineos centrales. En primer lugar, servirá para comprobar la validez de las correlaciones entre altitud y determinadas variables climáticas, ya que los estudios realizados hasta la fecha sobre el clima de la más alta montaña pirenaica se han basado en proyecciones térmicas y pluviométricas según los gradientes altimétricos calculados para la zona, utilizando al efecto datos de estaciones situadas a altitudes muy inferiores, generalmente escasas en número, con series incompletas de datos y –en relación al interés glaciológico– bastante alejadas, por lo general, de los ámbitos glaciares.

Todo ello explica que esas proyecciones deban considerarse, normalmente, como aproximaciones no siempre fiables desde el punto de vista científico. Mediante los datos directos obtenidos con la estación del Aneto confiamos en paliar este problema. A través de

ANÁLISIS DE LOS PRIMEROS DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL ANETO (3.050 m, MACIZO DE LA MALADETA, PIRINEO ARAGONÉS). SU INTERÉS GLACIOLÓGICO

series climáticas de cierta longitud, unidas al seguimiento sistemático de la evolución de los glaciares cercanos (superficies y masas), se podrá relacionar dicha evolución con los parámetros climáticos registrados. De esta manera se podrá avanzar en el conocimiento científico de las condiciones ambientales de los glaciares pirenaicos y de su evolución.

La estación meteorológica del Aneto se basa en un sistema de medición de variables meteorológicas, cuyos registros se acumulan en un archivo de datos temporal cíclico. Para ello se utiliza un data-logger de la marca *Campbell Scientifics*, modelo CR10X, el cual ejecuta un programa de software que controla, acumula y activa las diferentes variables y salidas. Los diferentes aparatos de registro meteorológico están colocados sobre un poste de 4 m de altura, en cuya base se localiza un armario metálico que contiene el software del sistema y la batería que activa el funcionamiento del conjunto. Esta batería se recarga mediante una placa solar ubicada en otro poste cercano. Más detalles acerca de las características técnicas de la estación aparecen especificados en *CANCER et al.* (2003).

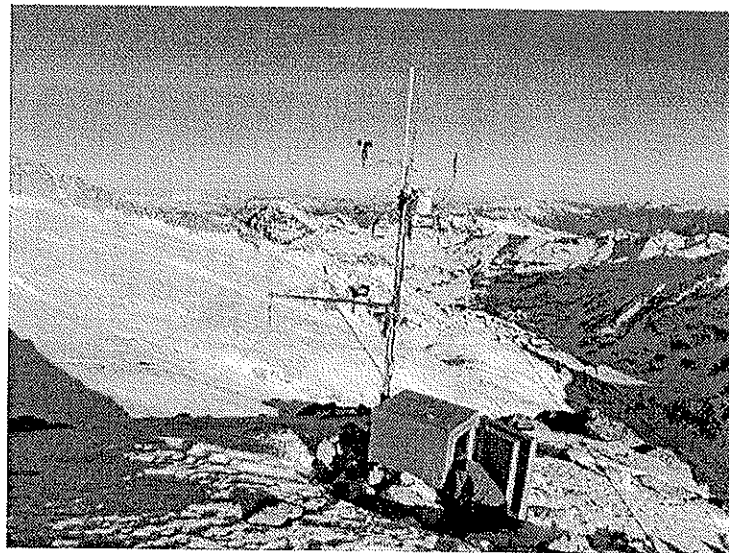


Fig 2: Vista general de la estación y torre de aparatos.

En la actualidad, los glaciares pirenaicos se encuentran sometidos a un rápido retroceso, que puede enmarcarse en el generalizado proceso de calentamiento global planetario. La ubicación de estos glaciares en una latitud crítica, a algo menos de 43° L.N. (son los más meridionales de Europa) y a altitud modesta (con cotas inferiores a partir de unos 2.700 m.s.n.m.) explica que el proceso de deglaciación sea especialmente rápido. Las últimas mediciones realizadas arrojan cifras de alrededor de 550 ha de superficie glaciar entre las dos vertientes pirenaicas (RENÉ, 2006; CANCER et al., 2001). En el Pirineo español se reparten entre 13 glaciares, algunos de ínfimo tamaño, y varios heleros, ubicados en la provincia de Huesca, en una banda longitudinal de unos 100 km, entre los macizos de Balaitus o Moros, al oeste, y de la Maladeta, al este. Conjuntamente ocupan menos de 340 ha (de las cuales, sobre 290 ha corresponden a glaciares, y el resto a heleros terminales), cifra que contrasta con la existente al finales de la Pequeña Edad del Hielo (el cartógrafo Schrader midió 1.779 ha en 1894), e incluso con la existente hace tan sólo 20 años. Así, a mitad de los años 80 del siglo XX las mediciones de la superficie glaciar arrojaban una cifra de 562 ha (MARTÍNEZ DE PISÓN y ARENILLAS, 1988), que en 1992 se habían reducido a 495,7 ha (CHUECA y LAMPRE, 1994).

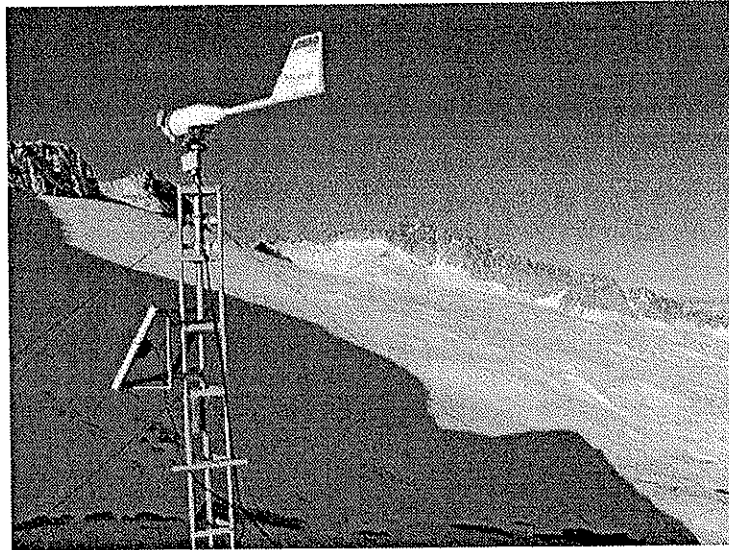


Fig 3: Torre de alimentación eléctrica.

Este rápido retroceso es el resultado de un balance glaciar claramente negativo, motivado tanto por el aumento de temperaturas como por una progresiva disminución de precipitaciones de nieve, que por otra parte funden rápidamente, como consecuencia del incremento térmico. Una estación meteorológica como la del Aneto ayudará a conocer con más precisión estos procesos climáticos explicativos de la evolución glaciar.

2. ANÁLISIS DE DATOS DEL PERÍODO 10/10/2004 A 14/01/2005

2.1. Temperaturas

El periodo analizado puede considerarse como de temperaturas bastante moderadas. Los periodos más fríos del invierno 2004-2005 son posteriores al 14 de enero. Aun así, las temperaturas mínimas registradas indican a las claras el factor altitud.

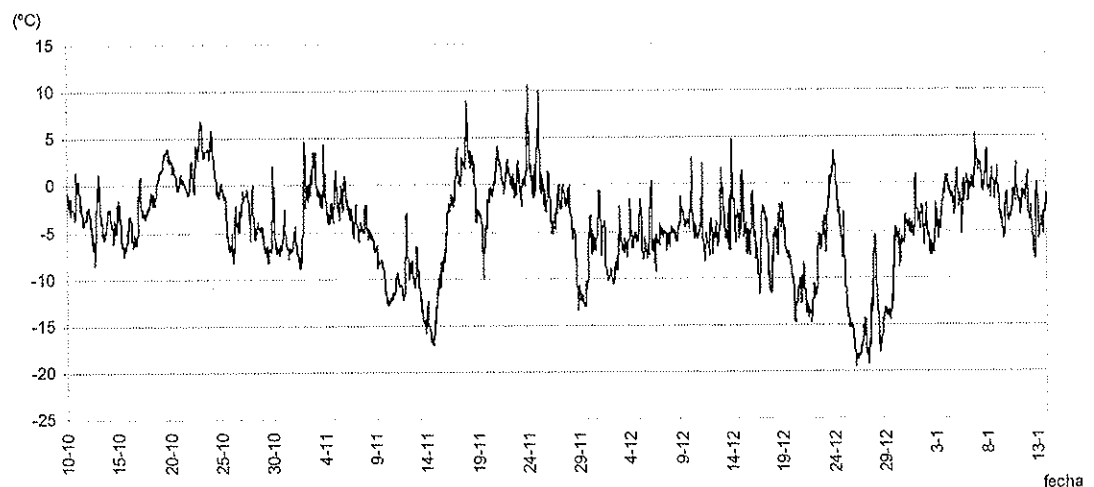


Fig. 4: temperaturas registradas

La figura 4 muestra la curva de temperaturas de todo el periodo estudiado, a partir de registros apuntados cada 30 minutos (48 valores diarios, por lo tanto). Antes de mitad de octubre ya se observan mínimas por debajo de -8°C . Como periodos fríos más destacados podemos señalar dos: uno a mitad de noviembre, con -17°C y otro en navidad, hacia el 26 de diciembre, en que se rozan los -20°C ($-19,4^{\circ}\text{C}$, concretamente). No obstante, el predominio de situaciones anticiclónicas durante buena parte de las fechas analizadas se deja notar en máximas bastante elevadas, teniendo en cuenta la altitud de más de 3.000 m.s.n.m. Mientras que durante largos periodos no se superan los 0°C y aún los -5°C , hay momentos de 10°C , en la segunda quincena de noviembre, y máximas entre 2°C y 5°C en bastantes días de diciembre y enero. Corresponden a fechas de una potente situación anticiclónica que provocó inversiones térmicas de gran entidad, hasta el punto de que en el fondo de los valles, a 1.000 m de altitud, las temperaturas fueron inferiores en 2°C ó 3°C a las registradas en el Aneto, e incluso en estaciones de la Depresión del Ebro, como Zaragoza o Huesca, con persistentes nieblas consecuencia de esas inversiones térmicas, las máximas fueron durante varios días de unos 0°C , mientras que a 3.050 m.s.n.m. se registraron 5°C . Estos episodios de altas temperaturas en los meses más fríos del año tienen gran importancia glaciológica, pues denotan que incluso en los meses más favorables a la acumulación nival y a los procesos de transformación de la nieve en hielo, se dan bastantes días –al menos, según nuestros datos, así ha ocurrido en el invierno 2004/2005- en los que existe fusión nival.

Los valores de temperaturas medias para el periodo completo analizado y para diferentes subperiodos se muestran a continuación:

- Media 10 octubre 2004 a 14 enero 2005: $-4,35^{\circ}\text{C}$
- Media 10-31 octubre 2004: $-2,20^{\circ}\text{C}$
- Media noviembre 2004: $-4,02^{\circ}\text{C}$
- Media diciembre 2004: $-7,15^{\circ}\text{C}$
- Media 1-14 enero 2005: $-2,03^{\circ}\text{C}$

El caso particular de las inversiones térmicas citadas puede ilustrarse analizando las situaciones sinópticas correspondientes. Desde el día 30 de diciembre las altas presiones atlánticas ocupan todo el N de la Península Ibérica, comenzando un periodo de estabilidad que se prolonga durante toda la primera quincena del mes de enero con muy pocos cambios. Valga como ejemplo la situación de 9 de enero.

Este día las altas presiones sitúan un centro sobre la Península Ibérica (1.036 mb) que la afecta completamente. Sobre los Pirineos se localiza la isobara de 1.032 mb. En los niveles medios se observa una situación similar: anticiclón y aire caliente, pues la isoterma de 0°C se traza sobre la Cordillera a 3.000 m. a las 12 h, valor muy similar al observado en la estación a esa hora ($0,2^{\circ}\text{C}$). También a 5.000 m la atmósfera peninsular está dominada por las altas presiones, con un débil embolsamiento frío sobre el SE que no afecta a los Pirineos. Así, las temperaturas registradas alcanzaron unos valores máximos en torno a $+1,8^{\circ}\text{C}$. La mínima fue de $-3,7^{\circ}\text{C}$ a las 23:30 h.

En los observatorios próximos los valores observados fueron:

- Eriste. t: $-7,3^{\circ}\text{C}$, T: $+11,3^{\circ}\text{C}$ (1.050 m.s.n.m.)
- Laspaúles. t: $+1,6^{\circ}\text{C}$, T: $+11,6^{\circ}\text{C}$ (1.500 m.s.n.m.)
- Baserca. t: $-1,3^{\circ}\text{C}$, T: $+9,1^{\circ}\text{C}$ (1.436 m.s.n.m.)

(Fuente : S.A.I.H. de la Confederación Hidrográfica del Ebro).

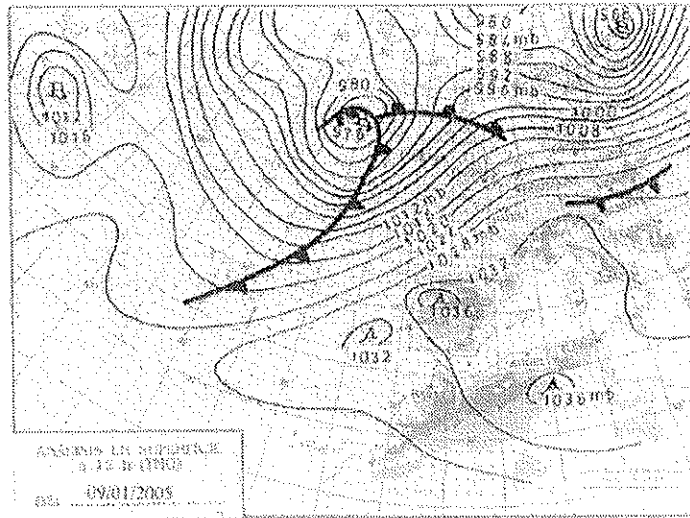


Fig 5: Situación sinóptica de superficie el 9 de Enero de 2005.

Destaca como valor inferior la mínima de Eriste, observatorio situado en el fondo de valle, el localizado a menor altitud de los analizados, pero en una zona muy favorable a la acumulación de aire frío en situaciones de estabilidad invernal en las que se producen intensos fenómenos de inversión térmica. Resulta curioso cómo la mínima de esta localidad, situada a 1.050 m.s.n.m., es muy inferior a los valores más bajos registrados a 3.000 m.s.n.m. en la misma fecha, lo que demuestra la intensidad que estos fenómenos de inversión alcanzan con situaciones como la analizada.

2.2. Gradientes térmicos altimétricos

Para su cálculo se han empleado los datos de varias estaciones meteorológicas cercanas de fondo de valle, acabadas de citar, localizadas en los valles del Ésera y del Noguera Ribagorzana (entre los cuales se levanta el macizo de la Maladeta), ubicadas a altitudes entre 1.050 y 1.500 m. Su localización responde al siguiente esquema:

- Valle del Ésera: Eriste y Laspaúles.
- Valle del Noguera Ribagorzana: Baserca.

Se han calculado datos medios para toda la serie temporal analizada, así como otros para períodos con anomalías extremas de inversión térmica, muy significativas en aquella, como antes se ha visto.

2.2a. Datos medios para el periodo completo (10 octubre 2004 a 14 enero 2005):

En este epígrafe se diferencian los resultados obtenidos entre el Aneto y, dentro de la cuenca del Ésera, las estaciones consideradas, en función de su localización en fondos de valle (Eriste) o por encima de éstos (Laspaúles), por el diferente comportamiento de unas y otras respecto a las inversiones térmicas.

ANÁLISIS DE LOS PRIMEROS DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL ANETO (3.050 m, MACIZO DE LA MALADETA, PIRINEO ARAGONÉS). SU INTERÉS GLACIOLÓGICO

- Valle del Ésera sin efecto fondo de valle (Laspaúles-Aneto): 0,52° C/100 m
- Valle del Ésera con efecto fondo de valle e inversiones térmicas (Eriste-Aneto): 0,36° C/100 m
- Valle del Noguera Ribagorzana (Baserca-Aneto): 0,45° C/100 m

Estos datos muestran bien a las claras el efecto de las inversiones térmicas invernales en el fondo del valle del Ésera, en el sector de Eriste. Cabe decir a este respecto que la vecina localidad de Benasque, a tan sólo tres kilómetros de Eriste, también en fondo de valle pero a una altitud algo mayor (1.138 m.s.n.m.) y en una localización menos favorable para ellas, las registra en menor número e intensidad. Por lo que se refiere a Baserca, en el fondo del valle del Noguera Ribagorzana, su notable altitud (1.436 m.s.n.m.) explica que no quede tan afectada por las inversiones térmicas, tal como indica el gradiente térmico obtenido, similar al de Laspaúles – Aneto.

Estos valores pueden cotejarse con los obtenidos en trabajos previos referidos a la misma zona (macizo de la Maladeta), deducidos del análisis de estaciones meteorológicas que, como ya se ha visto, se localizan a altitudes muy inferiores a la del Aneto, y de proyecciones calculadas para cotas altas de las que se carecía de datos directos. Así, LAMPRE (1994 y 1998) y DEL VALLE (1996) obtienen un gradiente térmico medio anual de 0,49° C/100 m. Sin embargo, el análisis mes a mes del periodo que nos ocupa (octubre-enero) arroja variaciones significativas, que confirman lo indicado por los autores citados en el sentido de que los gradientes son mayores en verano y menores en invierno.

Mes	Gradiente térmico vertical (° C/100 m)
octubre	0,45
noviembre	0,30
diciembre	0,23
enero	0,21
Media octubre-enero	0,29

Tabla 1: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DE LA ESTACIÓN DE ERISTE (1.050 M.S.N.M.) Y DE LA PROYECCIÓN CALCULADA A 3.000 M.S.N.M. (TOMADOS DE LAMPRE, 1998).

La media del periodo, de 0,29° C/100 m, es algo inferior a la que nosotros hemos obtenido de los datos directos medidos entre Eriste y la cota 3.050 m.s.n.m., de 0,36° C/100 m. En cualquier caso, este último valor se refiere a un único periodo de cuatro meses, en el otoño-invierno de 2004-2005, por lo que no debe buscársele más representatividad de la que tiene.

2.2b Datos de periodos con anomalías extremas de inversión térmica (periodo 1-14 enero 2005):

- Valle del Ésera sin efecto fondo de valle (Laspaúles-Aneto): 0,42° C/100 m
- Valle del Ésera con efecto fondo de valle e inversiones térmicas (Eriste-Aneto): 0,07° C/100 m
- Valle del Noguera Ribagorzana (Baserca-Aneto): 0,29° C/100 m

En este caso, la estación de Eríste registra unos valores muy significativos del efecto fondo de valle en situaciones anticiclónicas favorecedoras de inversiones térmicas extremas. Con una diferencia de cotas de 2.000 m respecto a la estación del Aneto, sus temperaturas medias para la quincena analizada son prácticamente iguales. Mientras, en la misma cuenca, Laspaúles sólo disminuye ligeramente su valor de gradiente térmico respecto al Aneto, en relación a la totalidad del período estudiado ($0,42^{\circ}\text{C}$ frente a $0,52^{\circ}\text{C}$).

Por lo que se refiere al Noguera Ribagorzana, la estación de Baserca, también de fondo de valle pero a una altitud netamente superior a la de Eríste, presenta un comportamiento térmico que denota claramente el efecto anticiclónico de inversión térmica, pero mucho más atenuado. De hecho, sus valores de gradiente ($0,29^{\circ}\text{C}$) quedan más cercanos a los de Laspaúles que a los de Eríste.

En definitiva, los valores obtenidos son muy representativos de las diferentes condiciones de inversión térmica, más o menos frecuentes e intensas en distintos puntos de valles pirenaicos, incluso muy próximos entre sí.

2.3. Innivación y viento

La ubicación de la estación meteorológica es poco favorable para la acumulación de grandes espesores de nieve, ya que se encuentra localizada en una cresta rocosa muy venteadada, concretamente la que separa los glaciares de Barrancs y de Aneto, de manera que es muy habitual que la nieve sea barrida por el viento. La propia forma topográfica de la cresta, bastante estrecha y con pocos aplanamientos, tampoco favorece la acumulación nival.

La figura 6 ilustra los comentarios de este apartado. En ella se muestran los datos de innivación (altura de nieve) y de velocidad máxima del viento de todo el período analizado, a partir de registros apuntados cada 30 minutos (48 valores diarios).

Las fechas que estudiamos en este trabajo corresponden a un otoño/invierno (2004-2005) seco, con pocas precipitaciones tanto en los fondos de valle como en las cumbres. La gráfica de innivación muestra una tónica ascendente, aunque marcadamente irregular, con valores medios de alrededor de 400 mm entre finales de octubre y mitad de enero. Pero hay muy numerosas puntas de valores que llegan a los 1.120 mm. (Debe señalarse a este respecto que por razones técnicas del sensor de ultrasonidos que mide la variable, ésta es la altura máxima que puede registrar, aunque lógicamente dicho valor se habrá sobrepasado en ocasiones).

Pero es llamativo el hecho de que estas puntas de innivación sean muy discontinuas, lo cual indica que tras cada nevada, la nieve se mantiene poco tiempo en la cresta. Ello es normal en una cresta muy azotada por el viento. Cruzando las gráficas de velocidad del viento con la de innivación observamos que existe relación inversa entre ambas: los días de más viento corresponden con descensos bruscos de la altura de nieve. Baste indicar un ejemplo: el 29 de diciembre se registran ráfagas de viento de 100 km/h. El mismo día, la innivación pasa a ser sólo de 480 mm, cuando el día precedente era de 1.120 mm.

En efecto, la estación se encuentra en una zona de muy alta montaña, con elevada frecuencia de vientos de gran intensidad. El factor topográfico debe ser destacado, ya que los vientos norte tienen pocas barreras para llegar hasta la estación, pero no ocurre así con los meridionales, pues justo al sur de las instalaciones se alza la mole del Aneto, 350 m por encima, que ejerce un efecto pantalla muy importante.

El interés glaciológico de estos fenómenos es destacado. El barrido nival ocasionado por el viento, de igual manera que dificulta la acumulación de nieve en crestas y zonas venteadas en general, la favorece en las cubetas y zonas protegidas, de manera que los espesores de nieve en las mismas son mayores de lo que las precipitaciones, por sí mismas, permitirían. Esta es una de las razones explicativas de la formación de los glaciares de montaña.

Los valores de velocidad media del viento rara vez bajan de los 20 km/h, siendo muy frecuentes los de 30-40 km/h. Pero en varias fechas se alcanzan cifras de 70-75 km/h. Respecto a las velocidades máximas, valores entre 90 y 100 km/h se registran en tres episodios, mientras que los de 70-75 km/h son muy frecuentes. En el extremo contrario, pocos son los días en que no se superan velocidades de 40 km/h.

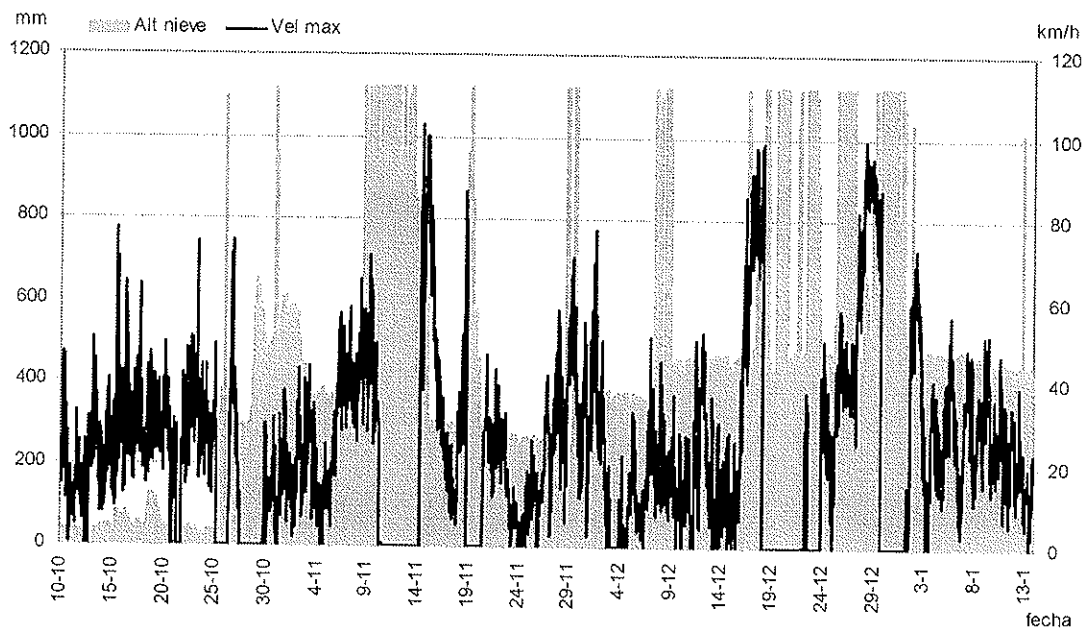


Fig 6: valores de altura de nieve y velocidad máxima del viento.

3. CONCLUSIONES

Los valores térmicos registrados en la estación del Aneto, a 3.050 m.s.n.m., reflejan fielmente el factor altitud, a pesar de centrarnos en un periodo temporal de temperaturas bastante moderadas. Mínimas que rozan los -20°C o varios días seguidos en que las máximas no superan los -5°C dan prueba de ello. Sin embargo, la abundancia de situaciones claramente anticiclónicas en buena parte de ese periodo explica que temperaturas diurnas de 5°C , a más de 3.000 m de altitud, hayan sido habituales en diciembre y enero, mientras que en los fondos de valle, 2.000 m por debajo, no se superaban los 0°C . Los gradientes térmicos registrados entre la estación del Aneto y varias estaciones cercanas de los valles enmarcantes del macizo arrojan valores medios entre los $0,52^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ y los $0,36^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, en función de que aquéllas se sitúen por encima de los fondos de valle o en dichos fondos, respectivamente, de manera que los efectos de las inversiones térmicas quedan claramente comprobados. Hasta el punto de que en fechas de potentes situaciones anticiclónicas, el gradiente entre fondos de valle a 1.050 m de altitud (estación de Eriste) y el Aneto es de un despreciable $0,07^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$

(valor medio de la primera quincena de enero de 2005), mientras que para el mismo periodo, estaciones sin efecto fondo de valle (Laspaúles) arrojan valor de $0,42^{\circ} \text{C}/100 \text{ m}$.

La relación entre los valores de innivación y la velocidad del viento es inversamente proporcional. Las variaciones en la altura de la columna de nieve son bruscas, registrándose rápidos descensos tras cada episodio de fuertes vientos, que por otra parte son muy habituales en la cresta donde se ubica la estación. Es significativo a este respecto que en un solo día, en el que el viento ha circulado a 100 km/h , la columna de nieve pase de 1.120 mm a 480 mm . Los valores medios de innivación, de $300\text{-}400 \text{ mm}$, son modestos para la altitud a la que nos encontramos, pero deben ser entendidos en relación a velocidades del viento habituales de $70\text{-}75 \text{ km/h}$, que con bastante frecuencia son superados, y a la propia configuración topográfica de la cresta, estrecha y poco favorecedora de la acumulación nival.

Además de los ritmos generales de los parámetros climáticos analizados, aspectos puntuales como los episodios de altas temperaturas registradas en la estación del Aneto durante bastantes días de diciembre y enero, así como el barrido de la nieve en las crestas y su acumulación en cubetas protegidas, tienen una importancia glaciológica fundamental.

4. AGRADECIMIENTOS

La instalación de esta estación meteorológica ha sido posible gracias a la financiación del Patronato de los Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos, así como de la Universidad de Zaragoza (proyecto 247-50) y de la Diputación General de Aragón (proyectos PO8/98 y PO43/99).

La empresa *Oche, Control y Equipamientos, S.L.* (www.ochecontrol.com) se encargó del montaje de la estación y de su posterior mantenimiento. José Antonio Cuchí, de la Escuela Politécnica Superior de Huesca y José Luis Villarroel, del Centro Politécnico Superior de Zaragoza (Universidad de Zaragoza), han prestado su colaboración técnica. Elena Blasco, Daniel Mora y Daniel Ballarín nos han ayudado en el tratamiento de los datos.

La empresa *Prames, S.A.* (www.prames.com) y la Federación Aragonesa de Montañismo (FAM, www.fam.es) han colaborado desinteresadamente con este proyecto. El Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, en particular Inocencio Altuna, Pablo Munilla, Ramón Bardají, Federico Peláez y José Ángel Pueyo, así como los miembros del Patronato de los Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos, han realizado un seguimiento del proyecto y han aportado su apoyo y colaboración.

También queremos recordar a los amigos que nos han acompañado en diferentes ocasiones en la dura tarea de subir al emplazamiento de la estación, para labores de recogida de datos y de mantenimiento.

A todos ellos, nuestro más sincero agradecimiento.

5. REFERENCIAS

- CANCER, L.; LAMPRE, F. y OLLERO, A. (2001). "Glaciares actuales del Pirineo español: catálogo de masas y aproximación hidrológica". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 53: 165-193.
- CANCER, L.; LAMPRE, F.; DEL VALLE, J.; OLLERO, A.; SÁNCHEZ, M. y CUCHÍ, J.A. (2003). "Caractéristiques d'une station météorologique dans les glaciers d'Aneto-Maladeta (*Nethou-Maladeta*) (Pyrénées d'Aragón, Espagne)". *Réunion Section de Glaciologie-Nivologie*. Société Hydrotechnique de France-Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement (CNRS)-CEMAGREF. 10-12 mars 2004, Grenoble, France. (Inédito).
- CHUECA, J. y LAMPRE, F. (1994). *Los glaciares altoaragoneses*. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Diputación de Huesca. 32 pp, Huesca.
- DEL VALLE, J. (1996). *Estudio climático del P.R.U.G. del Parque Natural de Posets-Maladeta*. Diputación General de Aragón (Inédito).
- GÓMEZ ORTIZ, A.; MARTÍ BONO, C. y SALVADOR FRANCH, F. (2000). Evolución reciente de los estudios de geomorfología glaciar y periglacial en España (1980-2000): balance y perspectivas. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, nº 4, 77 pág.
- LAMPRE, F. (1994). "La línea de equilibrio glacial y los suelos helados en el macizo de la Maladeta (Pirineo aragonés): evolución desde la Pequeña Edad del Hielo y situación actual". En Martí Bono, C. y García Ruiz, J.M^a: *El glaciario surpirenaico: nuevas aportaciones*. Ed. Geoforma, pp 125-142.
- LAMPRE, F. (1998). Estudio geomorfológico de Ballibierna (Macizo de la Maladeta. Pirineo aragonés). Modelado glacial y periglacial. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 200 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. y ARENILLAS, M. (1988). "Los glaciares actuales del Pirineo español". En *La nieve en el Pirineo español*. M.O.P.U., Madrid, pp. 29-98.
- RENÉ, P. (2006). "Evolution des glaciers des Pyrénées françaises de 2000 à 2005". *Réunion Section de Glaciologie-Nivologie*. Société Hydrotechnique de France-Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement (CNRS)-CEMAGREF. 8-9 mars 2006, Grenoble, France. (Inédito).